

UNA COMPARACIÓN DE EPISODIOS DE INUNDACIONES EN CATALUÑA NO OTOÑALES (JUNIO DE 2000, SEPTIEMBRE DE 1996 Y ENERO DE 1996)

Tomeu RIGO, Joan de BATLLE y M.^a del Carmen LLASAT

Grupo GAMA. Departament d'Astronomia i Meteorologia. Universitat de Barcelona.

RESUMEN

El presente trabajo es el resultado de un estudio preliminar, en el cual se busca realizar una clasificación de los episodios de lluvias fuertes en Cataluña, únicamente a partir de la estación del año en el cual se producen. Debido a que los episodios de otoño han sido suficientemente estudiados en el pasado (LLASAT *et al.*, 1989, LLASAT y PUIGCERVER, 1992, ARAN *et al.*, 1999, JANSÀ *et al.*, 1986), el trabajo no recoge ningún ejemplo de esta estación. Realmente, pese a que sólo se ha presentado un episodio de cada estación (junio de 2000 –primavera-, septiembre de 1996 –verano- y enero de 1996 –invierno-), las características mostradas deberían ser bastante comunes (o, al menos, muy similares) para todos los episodios incluidos en cada estación. Las principales secciones del análisis son los estudios de las propiedades pluviométricas, las características termodinámicas (no mostradas en éste trabajo) y los análisis sinópticos y mesoscales.

Palabras clave: inundaciones, mesoscala, clasificación temporal y espacial.

ABSTRACT

*The present paper is the result of a preliminary study, which is related with an attempt to classify the heavy rains events in Catalonia, only distinguishing the season of the year. Because the Autumn events have been enough studied in past works (LLASAT *et al.*, 1989, LLASAT y PUIGCERVER, 1992, ARAN *et al.*, 1999, JANSÀ *et al.*, 1986), the study not shows an example of this type. In fact, only one event of every season is presented (the 10th June 2000 –spring-, the 2nd September 1996 –summer- and the 22-30th January 1996 –winter-); however, the information analysed must be enough valid how to allow a first table of characteristics properties (really, some are briefly compared with others events). The main sections of the analysis are the rainfall properties, the thermodynamic characteristics (not showed) and the synoptic and mesoscale studies.*

Key words: floods, mesoscale, temporal and spatial distribution.

1. INTRODUCCIÓN

La meteorología local puede considerarse como una interacción entre los procesos atmosféricos intrínsecos y el sustrato geográfico, ya que son, precisamente, la meteorología y clima especifi-

cos lo que más define geográficamente una región. En este sentido, la región Mediterránea es una de las mejores regiones definidas geográficamente en el mundo. El hecho de ser una cuenca prácticamente cerrada por importantes cordilleras y las diferencias de temperatura entre las tierras euro-asiáticas y las africanas constituye un marco adecuado para favorecer la existencia casi permanente de una masa de aire Mediterránea específica (JANSÀ, 1966; JANSÀ, 1997), especialmente a niveles bajos (un grosor de aproximadamente 1500 o 2000 m).

La masa de aire Mediterránea es especialmente cálida y húmeda entre otoño y primavera, mientras que en verano es fría y húmeda, respecto al ambiente que la rodea, actuando las cordilleras y las costas como sus límites frontales permanentes. Una consecuencia inmediata es la existencia, generalmente, de una fuerte inestabilidad potencial convectiva. A partir del enfriamiento de los niveles superiores y/o el ascenso en columna de dicha masa de aire provocarán el disparo de la energía convectiva latente. Esto, unido a otras condiciones ambientales, puede dar lugar a fuertes lluvias (LLASAT y PUIGCERVER, 1992; LLASAT *et al.*, 1996). Otra consecuencia es la formación de frentes en bajos niveles cuando se producen entradas de aire externas, ya sea por los valles fluviales o bien por encima de las montañas.

Por otra parte, la región Mediterránea presenta algunas propiedades meteorológicas específicas. Las más importantes son: una gran concentración de ciclogénesis, los episodios de lluvia extratropical más fuertes (superando en ocasiones los 800 mm en 24 h) y unos vientos locales muy fuertes (Mistral y Tramontana, Bora, Etesians, etc.) con velocidades mantenidas de 40 e incluso 50 kt. (JANSÀ, 1997). Dentro de esta Meteorología específicamente mediterránea (JANSÀ, 1966; REITER, 1975) existe un papel muy importante para la orografía.

Cada año se identifican numerosos casos de aparición de mesobajas a sotavento (RADINOVIC, 1978; GENOVÉS *et al.*, 1997) en la región Mediterránea, las cuales afectan tanto a los vientos locales como a la producción y distribución de lluvia (RAMIS *et al.*, 1994). La región del mar Catalano-Balear se sitúa como una de las más afectadas por la ciclogénesis mediterránea, justo por detrás del Golfo de Génova (JANSÀ, 1986).

En consecuencia, la región de Cataluña se verá afectada por un gran número de episodios de lluvias fuertes e inundaciones. En las figura 1.a y 1.b se observa la distribución mensual de los episodios registrados en las últimas cinco décadas del siglo XX, tanto a nivel de precipitaciones importantes (valores acumulados durante el total del episodio superior a 200 mm) como a nivel catastrófico (pérdidas humanas o daños materiales con costes elevados). El hecho de que los meses de otoño (octubre a diciembre) sean los más afectados por ambos tipos de eventos resulta evidente y no es contradictorio en absoluto con la climatología del resto del Mediterráneo.

Con motivo del episodio del 10 de Junio del 2000, se ha querido realizar un trabajo en el cual se analizan eventos que afectan Cataluña, pero durante las estaciones de primavera (el ya citado), de verano (el del 2 de Septiembre de 1996) y, finalmente, de invierno (el que afectó la región durante los últimos días del Enero de 1996). Con ello, no se ha buscado otra cosa que las propiedades que puedan ser comunes a todos ellos y aquellas otras que parecen ser propias de cada estación. Lógicamente, con sólo un episodio analizado para cada estación resulta imposible definir completamente todos los parámetros y ambientes propios de cada momento, pero parece probable que sí serán unos primeros indicativos del trabajo a seguir más adelante.

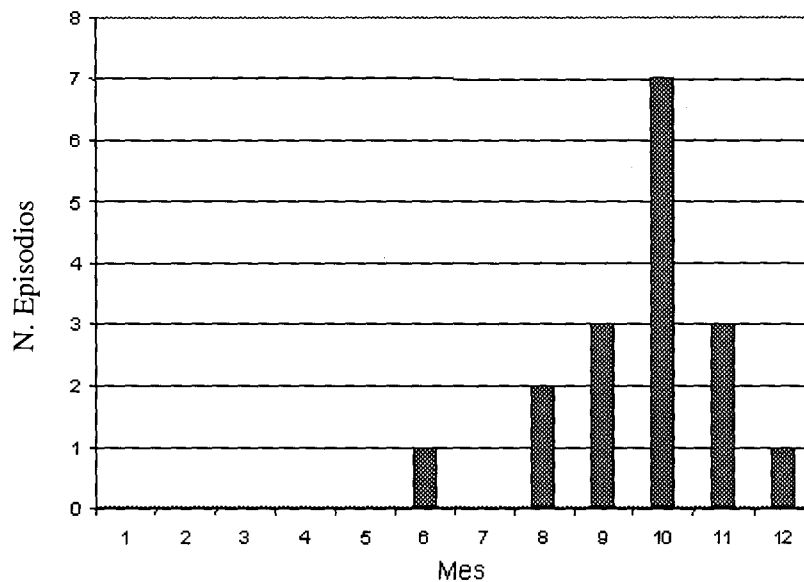


Fig. 1.a: Distribución mensual de episodios catastróficos (1950-2000).

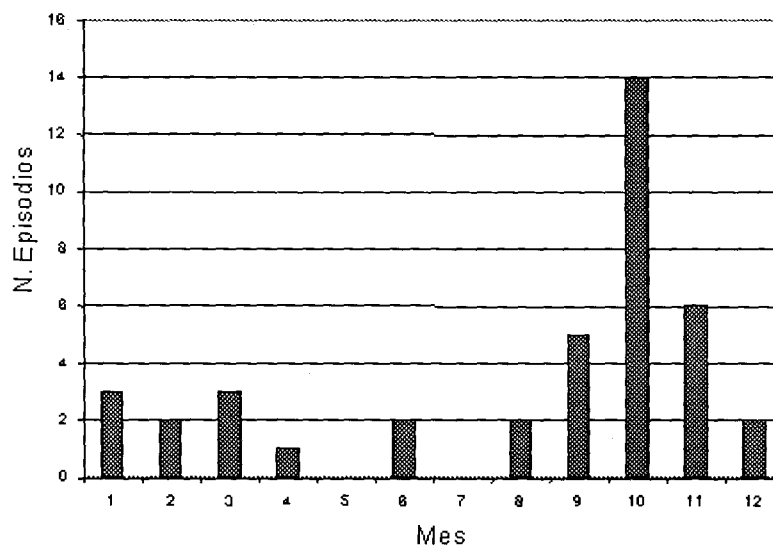


Fig. 1.b: Distribución mensual de episodios con $R > 200$ mm (1950-2000).

2. UN EPISODIO DE PRIMAVERA: EL 10 DE JUNIO DE 2000

Durante la madrugada del día 10 de junio del 2000 se produjo una tromba de agua sobre Cataluña que causó graves daños en la cuenca de la Riera de la Bisbal, situada entre Barcelona y Tarragona, así como de los ríos, rieras y torrentes de la cuenca media del Llobregat, en las cercanías de la

sierra de Montserrat, a 35 km. al noroeste de Barcelona. La lluvia, las avenidas, los deslizamientos de ladera y la caída de piedras fueron los causantes de los daños provocados por el episodio. Como consecuencia del episodio murieron 5 personas: una anciana atrapada en su vivienda, dos jóvenes a causa del desplome de un puente de la N-II y dos guardias civiles que intentaban rescatar el cuerpo de uno de los jóvenes fallecidos. Los destrozos en el recinto del Monasterio de Montserrat, donde hubo que evacuar a unas 500 personas, y el desplome del puente de la N-II fueron los daños que causaron el mayor impacto mediático. Pero las inclemencias del tiempo afectaron otras poblaciones: Sant Vicenç de Castellet, Monistrol de Montserrat, Esparraguera, Collbató y el Vendrell se cuentan entre las más destacadas. Una semana después los daños materiales se estimaban en más de 11.000 millones de pesetas, y los alcaldes de las zonas más afectadas habían solicitado ya la declaración de zona catastrófica.

Aunque el episodio de lluvias se alargó unos días, fue en las primeras horas cuando se produjeron las intensidades de lluvia importantes, con fuerte persistencia de la alta intensidad en algunos puntos. Se ha realizado un estudio de la precipitación registrada en los 125 pluviómetros del SAIH de las Cuencas Internas de Cataluña utilizando el método de la ventana móvil en una base de datos cincominutal. Los resultados obtenidos reflejan cantidades importantes, en especial para ventanas móviles: de 5 minutos a tres horas. Los máximos cincominutales acumulados repercutieron especialmente sobre la zona del Garraf: Olesa de Bonesvalls (13.2 mm) y Cervelló (12.8 mm), aunque también fueron importantes sobre las cuencas inundadas, El Vendrell en la Riera de la Bisbal (12.5 mm) y Sant Salvador de Guardiola en el Llobregat (12.1 mm). Los resultados para ventanas móviles de media hora o una hora reflejan una distribución más homogénea de los máximos de precipitación:

Tabla 1: MÁXIMAS PRECIPITACIONES ACUMULADAS 30 MINUTALES Y HORARIAS CON VENTANA MÓVIL

30 minutos			1 hora		
Estación	Cuenca	Registro	Estación	Cuenca	Registro
St. Salvador de Guardiola	Llobregat	57.3	St. Salvador de Guardiola	Llobregat	88.2
Olivella	Garraf	56.2	La Bisbal del Penedès	Riera de la Bisbal	76.5
Montmell	Frankolí	47.3	Sant Sadurní d'Anoia	Llobregat	74.7
La Bisbal del Penedès	Riera de la Bisbal	46.3	Olivella	Garraf	71.5
Pontons	Frankolí	41.4	Aiguemúrcia	Foix	70.6

Los resultados para ventanas móviles de 3 horas están dominados por los registros de la zona cercana a Montserrat: Sant Salvador de Guardiola (159.7 mm), Rajadell (133.9 mm) y Piera (123.6 mm), primer, segundo y cuarto valores más cuantiosos respectivamente. Los valores para la Riera de la Bisbal para tres horas también son destacables: La Bisbal del Penedès (131.0 mm), Calafell

(107.4 mm)

Un resurgimiento de la precipitación en la zona situada inmediatamente al norte de Montserrat provocó que esta zona registrase los máximos para ventanas móviles de más de 6 horas, aunque de forma local. Así para 24 horas: Rajadell 223.8 mm y Sant Salvador de Guardiola 202.1 mm fueron máximos de precipitación acumulada más altos. En la figura 2 se observa el máximo de precipitación en la cuenca media del Llobregat (zona de Montserrat) y otro máximo menor en la parte alta de la cuenca de la Riera de la Bisbal.

Como se observa en la figura 3 (radar), los máximos de reflectividad se alcanzaron en un par de líneas de turbonada orientadas de noroeste a sudeste. La primera avanzó por la zona afectada de sudoeste a noreste lentamente. La segunda avanzó en la misma dirección pero con una velocidad mayor, alcanzando la primera sobre el Garraf (CORRAL *et al.*, 2000). Desde este punto se percibió un aumento de la duración de la lluvia intensa, que tuvo su máximo en la zona de Montserrat, donde el sistema unido quedó frenado posiblemente debido a la orografía. Cabe añadir que en la zona al norte de Montserrat también se reflejó en el radar el resurgimiento de la precipitación anteriormente citado.

Sinópticamente el episodio se caracterizó por la presencia de una gota fría en las proximidades de la costa Cantábrica extendida a 850 hPa, causante de nevadas y precipitaciones sobre la Península. La gota fría condicionó el flujo de viento sobre la Península provocando una advección de aire frío a niveles medios-altos. Otro rasgo meteorológico importante para Cataluña fue la depresión mesoescalar situada sobre el norte del mar Balear. Esta favoreció la convergencia del vapor de agua, así como la advección del sudoeste sobre Cataluña. La conjunción de estos dos factores (gota fría y depresión mesoescalar) favoreció el disparo de una situación previa de inestabilidad poten-

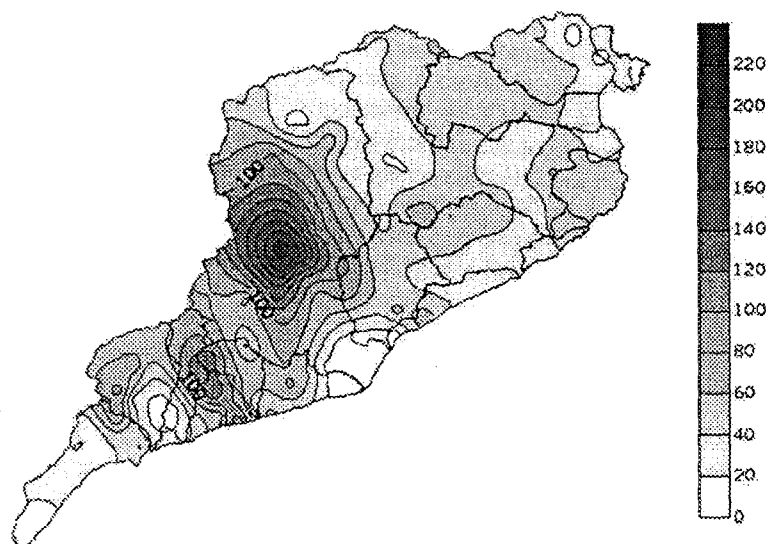


Fig. 2: Campo pluviométrico total (en mm) en las Cuencas Internas de Cataluña para el episodio del 10 de Junio de 2000 (de 21 UTC del día 9 a 21 UTC del día 10).

cial que se había desarrollado bajo la presencia de un anticiclón situado sobre Cataluña en los días previos. El día 10, éste se había desplazado hacia el noreste. Finalmente mencionamos la presencia de un frente frío situado cerca del meridiano cero a las 00 TMG que avanzaba hacia el este, y que posiblemente condicionó la desaparición de la situación convectiva.



Fig. 3: Imagen del Radar del INM de Barcelona correspondiente a las 00:40 UTC.

3. UN EPISODIO DE VERANO: EL 2 DE SEPTIEMBRE DE 1996

El día 2 de septiembre de 1996 por la tarde la comarca costera del Maresme (aprox. 20 km al norte de Barcelona) quedó colapsada a causa de una impresionante tormenta. En sólo 50 minutos cayeron sobre el pluviómetro de Cabrils 123.7 mm. Numerosas tormentas se sucedieron entre los días 2 y 5, pero esta fue sin duda la más importante y catastrófica. Toda la parte centro y sur de la comarca quedó afectada. Las rieras de la zona arrastraron decenas de coches, la carretera N-II quedó cortada, 150 metros de la carretera C-5022 fueron arrastrados por una riada, la línea férrea que cruza el Maresme quedó interrumpida hasta el día siguiente, cortes de agua y luz importantes, se levantó el pavimento en numerosos puntos,... fueron algunos de los destrozos materiales. Cabe lamentar la muerte de una persona que intentó impedir que la corriente se llevara su coche. Quedó herida una persona que se encontraba trabajando en la riera de Teià. Acompañando a la tormenta hubo fuertes vendavales que arrancaron árboles y postes de la luz.

Algunos pluviómetros pudieron registrar incorrectamente la precipitación, ya que granizó. Aún así, la mencionada estación de Cabrils parece que registró bastante fidedignamente la precipitación, por lo que a continuación presentamos los resultados de su estudio, a partir de una base de datos cincominutal, trabajando con el método de la ventana móvil. El registro se caracteriza por la gran persistencia de valores altos de la intensidad pluviométrica; la precipitación cayó con fuerza durante aproximadamente una hora, registrando 136.7 mm, y con mucha fuerza durante 50 minu-

tos, acumulando 123.7 mm. Durante estos 50 minutos, la precipitación acumulada cincominutal no disminuye en ningún momento de 10 mm, llegando en su máximo a 14.7 mm (figura 4). El registro de la tormenta no se prolonga mucho más que la hora de duración. Una segunda banda de precipitación afectó la zona, aumentando el máximo en 24 h hasta 158.4 mm. Esta segunda tormenta no causó precipitaciones notables. La tormenta abarcó varios municipios de la Comarca, pero apenas sobrepasó los límites de esta, descargando débilmente sobre la comarca vecina del Vallès Oriental. En la evolución de la imagen radar se observa que la tormenta se originó y desarrolló casi estáticamente sobre el Maresme. Luego, en su disipación, se desplazó hacia el sur, situándose sobre las aguas del Mediterráneo. En esta evolución se comprueba que la tormenta no fue la única, pero sí la más importante.

Sinópticamente el episodio se caracterizó por un anticiclón en superficie alargado de este a oeste sobre el sur de las islas Británicas y los Países Bajos, una borrasca térmica en superficie sobre África. Entre la borrasca y el anticiclón, en la zona este del Mediterráneo Occidental, la situación en superficie era la típicamente veraniega situación de pantano barométrico (figura 5). Cabe destacar que sobre las Baleares existía, en superficie, una zona importante con temperaturas anormalmente altas. En altura, llegando hasta 300 hPa, se encontraba sobre la costa mediterránea francesa una gota fría, que llegaba a reflejarse a 850 hPa. Estos dos factores: aire cálido sobre el Medi-

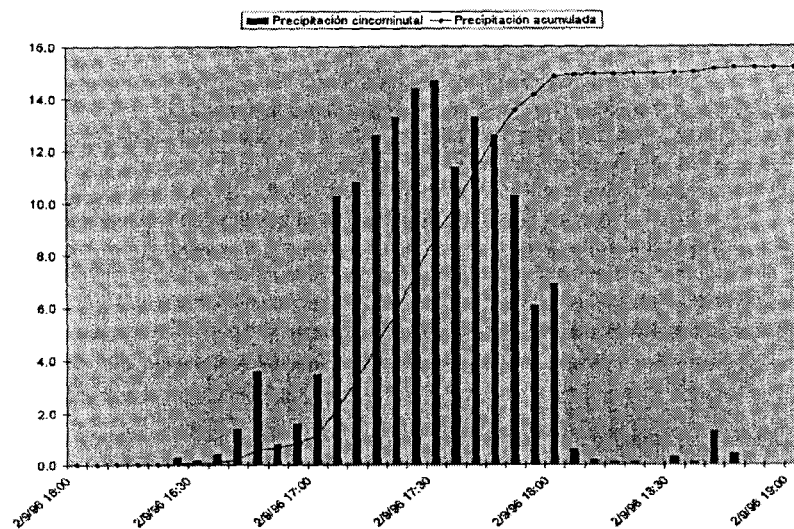


Fig. 4: Precipitación 5-minutal (izquierda) y acumulada (derecha), en mm. Día 2/9/96 desde las 16:00 UTC hasta las 19:00 UTC.

terráneo en superficie, más aire frío en altura, junto a una clara difluencia a 300 hPa (ya que el chorro se separa en dos sobre el norte de la Península), pudieron ser factores importantes para el desarrollo de núcleos convectivos. Los tres factores tienen su punto de intersección sobre la costa Catalana. Posiblemente la orografía de la zona, junto a la brisa, jugaron un papel importante en el disparo de la inestabilidad.

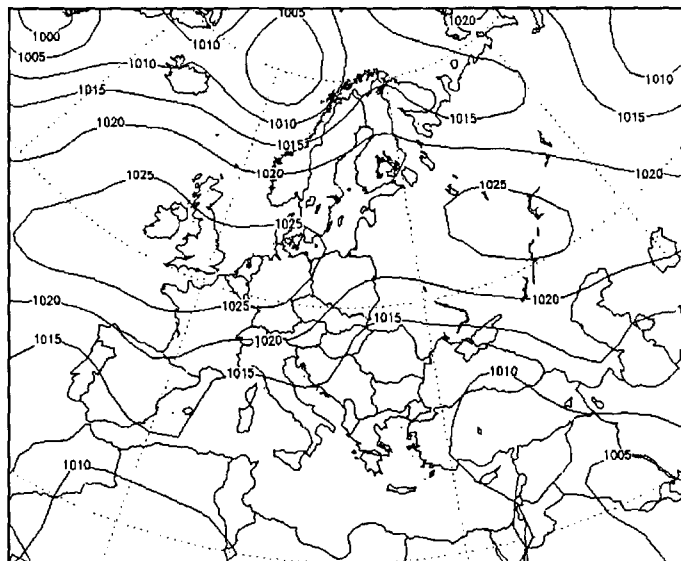


Fig. 5: Mapa de presión (hPa) en el nivel de 1000 hPa del día 2/9/96 a las 00 UTC.

4. UN EPISODIO DE INVIERNO: DEL 22 AL 30 DE ENERO DE 1996

El episodio de Enero de 1996 se caracteriza por su larga duración (desde el día 22 al 30) aunque quizás es conveniente subdividirlo en dos subepisodios: del 22 al 24 y del 28 al 30, ya que entre medio no se produjeron lluvias importantes (sólo algunas lloviznas), pese a que la situación meteorológica era similar (aunque, como se comentará más adelante, no se daban las condiciones exactas).

Durante el primer subepisodio la lluvia fue, sobre las Cuencas Internas de Catalunya, fundamentalmente estratiforme, con pequeños núcleos convectivos (poco importantes, de breve duración y poco estacionarios, debido a su carácter frontal). Este hecho facilitó enormemente la tarea de los servicios de los organismos de prevención y de gestión de las inundaciones. Los datos registrados por los pluviómetros confirman las observaciones de las imágenes radar. Durante los tres días, el máximo de precipitación acumulada fue de 184,1 mm (La Coma i La Pedra), con una intensidad máxima cinco minutsal de 69,6 mm/h (importante, pero relativamente baja comparada con el otro subepisodio), registrada en la estación de Sant Feliu de Codines. Cabe decir que las zonas más afectadas por las lluvias se situaron en las zonas pirenaicas, dentro de las CIC, aunque muchos de los núcleos convectivos observados se situaron sobre el mar o las cuencas del Segre.

El segundo subepisodio aún puede ser dividido en dos subpartes: la primera (el día 28), más convectiva (valores de precipitación acumulada no muy importantes -máximo de 87,6 mm- pero, por el contrario, intensidades puntuales muy elevadas -144,0 mm/h en cinco minutos- en una zona muy restringida) y la segunda (entre el 29 y el 30), muy parecida al subepisodio del 22-24, por

registrarse precipitación más estratiforme y darse valores máximos similares: 176,3 mm de lluvia máxima acumulada en todo el episodio (registrada en Sant Aniol de Finestres) y una intensidad cinco minutal de 67,2 mm/h en su valor máximo (Cruïlles). El conjunto de los dos subepisodios afectó especialmente a la provincia de Girona, donde se produjeron algunos daños en infraestructuras y algún pequeño desbordamiento, pero sin consecuencias graves.

Durante los días previos a los subepisodios (es decir, el 21 y el 27) la situación era muy similar, remarcando la posición de una baja profunda (990 hPa en superficie) al Noroeste de la Península Ibérica, a la cual se asocia un frente que se sitúa al oeste de la Península. Además, durante todo el período entre el 21 y el 31 un anticiclón se encontraba sobre el Norte de Europa, creando una situación de bloqueo que facilitó el desplazamiento de la depresión hacia latitudes más meridionales. En los días en los que las lluvias no fueron importantes cabe remarcar que, pese a tener una configuración aceptable para el desarrollo de lluvias, la posición de una dorsal térmica inhibía los posibles desarrollos verticales.

Los factores meteorológicos que permitieron el desarrollo de la convección fueron la aparición de una advección de humedad, realmente importante en todos los niveles, pero principalmente en 850 hPa, la cizalla horizontal y difluencia en 300 hPa (que facilitaron los ascensos), la advección térmica que provocó un incremento de la inestabilidad y, finalmente, el desplazamiento de la dorsal térmica hacia el este, permitiendo el disparo de la convección acumulada.

En las figuras 6.a y 6.b se puede comparar la diferencia entre la forma de precipitación entre los días 22 y 28, sobre las CIC. Para el primer caso, aparece una banda que ocupa casi toda la región, bastante regular (si bien aparecen núcleos convectivos sobre el mar o el oeste de la región), mientras que para el segundo se aprecia claramente al Noreste una tormenta ciertamente importante que sería la que provocaría las lluvias más importantes durante ese día.

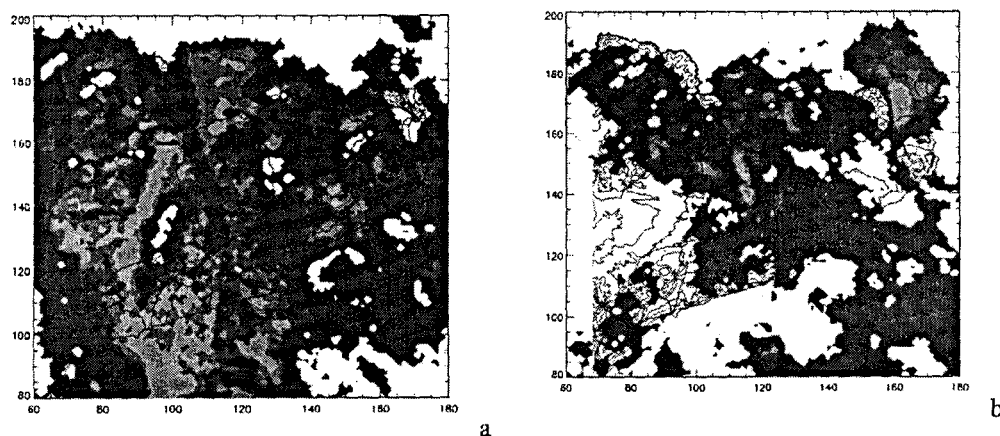


Fig. 6: Imágenes del Radar del INM correspondientes a las 04:00 UTC del día 22/01/1996 (a) y a las 08:10 UTC del día 28/01/1996 (b)

De hecho, la unión de las configuraciones mesoscalar y sinóptica fue la que provocó que en los días 22-24 y 29-30 las Cuencas Internas apenas padecieran las fuertes tormentas, que tenían una estructura claramente lineal debido a que el mecanismo de disparo era la línea frontal. Bien es cierto que algunas de dichas tormentas sí llegaron a afectar dichos territorios, pero su elevada velocidad de desplazamiento y el hecho de que, probablemente, habían descargado buena parte de la masa de agua acumulada sobre la región situada más al oeste, hicieron que sólo en zonas con una orografía destacable se registrara precipitación convectiva.

5. CONCLUSIONES

Aunque la mayoría de casos de lluvia fuerte en el Mediterráneo se producen en Otoño, se ha demostrado que en las otras estaciones es posible la existencia de este tipo de fenómenos. En general, es necesaria la existencia de ciertos aspectos comunes a todos ellos, como pueden ser: una situación anticiclónica previa (que favorece la acumulación de inestabilidad potencial); la existencia de aire cálido en bajos niveles, generalmente advechado por una depresión (mesoscalar o no) y la presencia de una vaguada o baja en niveles altos, entre otros.

Por otra parte, en Catalunya, existen ciertas características propias de cada estación, como puede ser la necesidad de aire frío en episodios primaverales y estivales o la posibilidad de que los episodios de verano pueden darse en casos de advección del Norte, mientras que, en general, el resto de eventos se producen bajo situaciones del Sur-Sureste.

Finalmente, otro rasgo que distingue los episodios estacionalmente es la distribución pluviométrica, tanto a nivel espacial como temporal: para el caso de los episodios de invierno la zona afectada es bastante extensa y la lluvia es, salvo casos excepcionales, de tipo estratiforme y se prolonga durante un largo periodo temporal; en los casos de verano, por el contrario, la lluvia se focaliza en una región reducida y es de carácter casi exclusivamente convectivo, siendo habitual la brevedad del episodio; finalmente, para los eventos primaverales la zona afectada tiene unas dimensiones intermedias a los de los casos anteriores, con áreas de fuerte intensidad enfrentadas a otras donde predomina la lluvia de carácter estratiforme. Éste último caso presenta una cierta similitud con el episodio característico de Otoño, si bien difiere de éstos en que la localización de los máximos de lluvia no coincide con la posición de los puntos donde la proporción de lluvia convectiva es máxima.

6. AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a la UPC y al INM por las imágenes radar, y a la ACA por los datos de lluvia. Este trabajo presenta resultados concernientes a los proyectos CICYT REN2000-1755-C03-02 y SPHERE.

7. REFERENCIAS

ARÁN, M., ARÚS, J., GARCÍA, C., LÓPEZ, J.M., SATUÉ, S., VÁZQUEZ, L. y WERNER, E. (1999): "Las inundaciones del día 10 de octubre de 1994". *Proceedings of the IV Simposio Nacio-*

nal de Predicción, Memorial "Alfonso Ascaso", Madrid, 15-19 Abril 1996, I.N.M.

CORRAL, C., SÁNCHEZ-DIEZMA, R., BERENGUER, M., SEMPERE, D., PASCUAL, R. y VALIOS, S. (2000): "Descripció de l'episodi a partir de les imatges del radar meteorològic. Processat i interpretació per l'aplicació hidrològica". En ACAM: *VI Jornades de Meteorologia Eduard Fontseré (Aiguats del 10 de Juny de 2000)*. pp. 95-106.

GENOVÉS, A., JANSÀ, A. y ESTARELLAS, C. (1997): "First Evaluation of Orographic factor in Mediterranean Cyclogenesis". En INM/WMO *"International Symposium on cyclones and hazardous weather in the Mediterranean"*, Palma de Mallorca, 14-17 April 1997, Spain, 273-282.

JANSÀ, J.M., (1966): "Meteorología del Mediterráneo Occidental". En *Tercer Ciclo de Conferencias*, desarrollado en el Instituto Nacional de meteorología durante el año 1964, Servicio Meteorológico Nacional, serie A, num.43, II/1-35.

JANSÀ, A., (1986): "*Genoa cyclones and other Western Mediterranean cyclones*". WMO/TD, n. 128, App 8, 59-70.

JANSÀ, A., RAMIS, C. y ALONSO, S. (1986): "Tormenta Mediterránea de 15 de Noviembre de 1985: Mecanismo de Disparo". *Revista de Meteorología*, A.M.E., dec., 7-18.

JANSÀ, A. (1997): "A general view about Mediterranean Meteorology: cyclones and hazardous weather". En INM/WMO *"International Symposium on cyclones and hazardous weather in the Mediterranean"*, Palma de Mallorca, 14-17 April 1997, Spain, 33-42.

LLASAT, M.C., JANSÀ, A. y RAMIS, C. (1989): "*Synoptic, mesoscale and satellite study of the floods in Catalanian region during October 1987*". W.M.O/T.D. 298, PSMP Report Series, nº 31, 95-101.

LLASAT, M.C. y PUIGCERVER, M. (1992): "Pluies extrêmes en Catalogne. Influence orographique et caractéristiques synoptiques". *Hydrol. Continent.*, 7, nº 2, 99-115.

LLASAT, M.C. Y RODRIGUEZ, R. (1992): "Extreme rainfall events in Catalonia: the case of 12 november 1988". *Natural Hazards*, 5, 133-151.

LLASAT, M.C., RAMIS, C. y BARRANTES, J. (1996): "The meteorology of high intensity rainfall events over the west Mediterranean region". *Remote Sensing Rev.*, 14, 51-90.

RADINOVIC, C. (1978): "Numerical model requirements for the Mediterranean Area". *Riv. Met. Aeronautica*, 38, 191-205.

RAMIS, C., LLASAT, M.C., GENOVÉS, A. y JANSÀ, A. (1994): "The October-1987 floods in Catalonia: synoptic and mesoscale mechanisms". *Meteorol. Applicat.*, 1, 337-350.

REITER, E. (1975): "*Handbook for forecasters in the Mediterranean. Part I: General Description of the meteorological processes*". Naval Environmental Research Facility, Monterey, California, USA.